



# מוכנות חסינה להפתעות באירוע קיצון:

## שריפות רב-מוקדיות ורעידות אדמה

### דו"ח מסכם

דצמבר 2020

מוגש על-ידי:

שירה דסקל<sup>1\*</sup>, יעקב בן-חיים<sup>1</sup>, אדר בן-אליהו<sup>2</sup>, רונן אבני<sup>3</sup>

<sup>1</sup> הפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל

<sup>2</sup> הפקולטה לחינוך, אוניברסיטת חיפה

<sup>3</sup> כבאות והצלה לישראל

\* shira.das@gmail.com

## תוכן עניינים

2	תקציר
5	תקציר באנגלית - ENGLISH ABSTRACT
8	טבלאות
9	איורים
10	מבוא 1
13	שריפות רב-מוקדיות בישראל 2
14	רעידות אדמה בישראל 3
16	מתודולוגיה 4
17	ניתוח פער-ידע כמותי 5
20	ניתוח פער-ידע איכותני באמצעות תחליפי-חוסן 6
21	מאפיינים חברתיים-רגשיים לתחליפי-החוסן 7
23	מבנה תכנית ההיערכות החברתית-רגשית וניתוח החוסן 8
23	תוצאות 9
26	מסקנות והמלצות 10
30	מקורות
33	ראיונות
33	נספח א - תכנית היערכות חברתית-רגשית לרעידת אדמה בעוצמה סייסמית 9
36	נספח ב - פרסומים אקדמיים
37	נספח ג - הצגה בכנסים

## תקציר

במסגרת המחקר הנוכחי פותחו היבטים תיאורטיים ומעשיים של כלים תומכי החלטה לתכנון והיערכות אל מול אירועי קיצון של שריפות רב-מוקדיות ורעידות אדמה. בתחום של שריפות רב-מוקדיות המחקר בחן את החוסן של כבאות והצלה לישראל (כב"ה) כארגון שבונה כוח לטובת התמודדות עם שריפות בכדי לבחון עד כמה הרשות בונה את הכוח באופן שייתן מענה ל"הפתעות", שהם אירועים עתידיים שלא ניתן לצפותם מראש. תיאוריית פער-ידע לקבלת החלטות<sup>1</sup> שימשה לניתוח רמות החוסן של כב"ה, במטרה לפתח עמידות כנגד שגיאות וליקויים תכנוניים הנובעים מאי-וודאות עמוקה ולתמוך בהחלטות אחראיות בתכנון אל מול הפתעות. פער-הידע בתחום השריפות הרב-מוקדיות התמקד בהקצאת המשאבים הנדרשים בתגובה לאירוע במטרה לבצע הקצאת משאבים שממקסמת את החוסן בפני אי הוודאות (בפני הפתעות). בדרישות ההקצאה ניתנה התייחסות להגבלות על הקצאות חסר ויתר, בכדי מצד אחד לא להיות בחוסר משאבים כדי לצמצם ככל הניתן את הנזק מהשריפות, ומצד שני למנוע הקצאת יתר בזבזנית (שעלולה לבוא על חשבון משאבים שיידרשו לאירוע אחר/נוסף שעלול לקרות במקביל או תוך כדי אירוע "מתגלגל").

בנוסף, נבחנה היערכות החברתית-רגשית להתמודדות עם אירועי קיצון ומשברים, שהיא גורם קריטי ביכולת ההתאוששות והחזרה לתפקוד של אוכלוסייה מאירועים כאלה. מאפיינים כגון אזרחות טובה, סולידריות, מיומנויות של ויסות רגשי, תקשורת בין-אישית, יכולת ניהול קונפליקטים וחוסן אישי תורמים ליכולת האוכלוסייה לתפקד, לנכונות למלא אחר הנחיות, מתן עזרה הדדית, סיוע לגורמי חירום והצלה, והפחתה בפשיעה ואליומות. כל אלה מסייעים לצמצום נזקים משניים ולקיצור זמן ההתאוששות ממצבי קיצון ומשבר. תכניות היערכות חברתית-רגשית הן בדרך-כלל תכניות מבוססות-ראיות המתבססות על התרחשויות עבר<sup>2</sup>. התרחשויות קודמות אלה הן באופן בלתי נמנע שונות מהתרחשויות עתידיות (שטרם קרו במציאות), ועל-כן אינן מספקות תכנון מהימן אל מול האי-וודאות העמוקה המאפיינת אירוע קיצון כגון רעידת אדמה. כיוון שמקרי קטסטרופה מאופיינים באי-וודאות עמוקה, תכניות היערכות המתבססות על ההערכה הטובה ביותר לתרחישים עתידיים אלה הן לא מספיק אמינות ופגיעות ל"הפתעות". לפיכך, תכנית

---

Info-gap decision theory<sup>1</sup>  
Evidence-based programs<sup>2</sup>

ההיערכות צריכה להיות מתוכננת כך שרמת החוסן מול האי-וודאות תהיה גבוהה דיה להשגת עמידה בדרישות קריטיות בעת ההתרחשות העתידית.

לאור זאת פותחה במסגרת המחקר מתודולוגיה מולטי-דיספלינרית חדשנית וייחודית, הכוללת היבטים תיאורטיים ומעשיים לבניית תכנית היערכות חברתית-רגשית בעלת חוסן גבוה מול האי-וודאות באירוע קיצון של רעידת אדמה. יישום המתודולוגיה ובחינת רמת החוסן מול האי-וודאות בוצעו על-ידי ניתוח קונספטואלי איכותני בגישת תורת פער-ידע לקבלת החלטות. הממצאים מצביעים על פערים בין רמת החוסן של תכנית להיערכות חברתית-רגשית בתרחישים שונים ועל הצורך בגיבוש תכניות היערכות חברתיות-רגשיות בעלות חוסן גבוה לאי-וודאות על-פי תרחישים שונים ולא בגישת 'One size fits all'.

מסקנות עיקריות מהמחקר: (1) רמות החוסן של כב"ה אל מול אירועי קיצון של שריפות רב-מוקדיות נמוכות יחסית. הדבר נובע בעיקר ממורכבות אירועי השריפה. (2) ניתן לנקוט צעדים להעלאת רמות החוסן אל מול אי הוודאות באמצעות מחקר וביצוע פיקוח, ניטור ובקרה באירועים עצמם. איסוף, עיבוד וניתוח נתונים שכיום לא נאספים ולא מתועדים במערכות המידע של כב"ה, ואפשרות לתכלול נתונים אלה עם נתונים ממקורות מידע נוספים (כגון מערכות מידע מטאורולוגיות, מערכות מידע הנדסיות, רגולטוריות ועוד) ישפרו הן את הבנת המערכת והן את אומדני השגיאה בתחשיבי פער הידע ועפ"י הערכתנו יניבו רמות חוסן גבוהות יותר. (3) אין כיום הגדרות ברורות של מדדי הצלחה באירוע. המשמעות היא שלא ניתן להגדיר יעדים מוגדרים לאירוע, לא כל שכן למדוד ולכמת עמידה ביעדים. ללא דרישות קריטיות לעמידה ביעדים לא ניתן לבחון חלופות בשיטת תורת פער-ידע אל מול דרישות קריטיות (כיוון שהללו לא קיימות). (4) ישנה חשיבות רבה לבחינת החוסן של תכניות להיערכות חברתית-רגשית בתרחישים שונים על-מנת לקבל החלטות מושכלות להיערכות חסינה מול האי-וודאות באירועי קיצון.

## **English Abstract**

## **תקציר באנגלית**

In the present study, theoretical and practical aspects of decision support tools were developed for planning and preparing for extreme adverse events of multi-site fires and earthquakes. In the field of multi-site fires, the study examined the robustness of Israel Fire and Rescue Services as an organization that builds capability in dealing with fires, and examined how well it develops capability to respond to surprises which are unpredictable future events. Info-gap decision theory for decision-making has been used to analyze robustness in the face of uncertainty, and to support responsible decisions in planning in the face of surprises. The research on multi-site fires focused on allocating the resources required in response to an event that maximizes robustness to uncertainty (to surprises).

Social-emotional preparedness for extreme adverse events and crises is a critical factor in the ability of the population to recover and return to function from such events. Characteristics such as good citizenship, solidarity, emotional regulation skills, interpersonal communication, conflict management, and emotional-personal strength contribute to the population's ability to function, to the willingness to comply with instructions, to assist emergency and rescue services, and to reduce crime and violence. All of this helps to reduce secondary damage and shorten recovery time from the crisis.

Social-emotional preparedness plans are usually evidence-based programs, based on past occurrences. These past occurrences are inevitably different from future occurrences (which have not yet happened in reality), and therefore do not provide reliable planning in the face of the deep uncertainty that characterizes an extreme

event such as an earthquake. Because catastrophic cases are characterized by deep uncertainty, preparedness plans based on the best assessment of these future scenarios are not reliable enough and are vulnerable to surprises. Thus, the preparedness plan should be designed so that the level of robustness in the face of uncertainty is high enough to meet critical requirements at the time of future occurrence.

In the present study, an innovative and unique multidisciplinary methodology has been developed, which includes theoretical and practical aspects for constructing a social-emotional preparedness plan that is highly robust in the face of uncertainty in the event of an extreme earthquake. The application of the methodology and the examination of the level of robustness in the face of uncertainty were carried out by qualitative conceptual analysis using info-gap decision theory. The findings indicate gaps between the level of robustness of a social-emotional preparedness plan in different scenarios and the need to formulate a highly-robust social-emotional preparedness plan according to a specific scenario rather than planning based on a 'one size fits all' approach.

The main conclusions that emerge from the study are: 1) The robustness levels of Israel Fire and Rescue Services in the face of extreme events of multi-site fires are relatively low. This is mainly due to the complexity of multi-site fire events. 2) Steps can be taken to raise the levels of robustness in the face of uncertainty by implementing continuous monitoring and control of such events. The collection, processing, and analysis of data that are currently not collected or documented will improve both system understanding and error estimates. 3) There are currently no clear definitions of success in fire events. This means that it is not

possible to set pre-defined goals for the event or to measure and quantify compliance with such goals. Without the specification of critical requirements or goals, it is not possible to examine alternatives in the frame of info-gap decision theory (as critical requirements do not exist). 4) It is important to analyze the robustness of social-emotional preparedness plans concerning different scenarios to make decisions immune to surprises.

## טבלאות

**טבלה 1:** אומדן הנזקים מרעידות אדמה בבניינים מבטון מזוין והפגיעה בנפש בהתאם לנזק בבניין..... 15

**טבלה 2:** אומדן להתאוששות תשתיות קריטיות על-פי תרחישי הנזק לעוצמה סייסמית 9 ו-7..... 16

**טבלה 3:** אומדן החוזק של תחליפי-החוסן ..... 24



## איורים

איור 1: רמת החוסן על-פי החוזק של תחליפי-החוסן ..... 24

## 1 מבוא

אי-וודאות מצויה בליבת תהליכי קבלת החלטות וקביעת מדיניות, בפרט ברמה הלאומית והאסטרטגית בתחומי היערכות לאירועי קיצון. כך למשל, אירועי קיצון של התפרצות והתפשטות שריפות רב-מוקדיות מושפעים ממגוון רב של משתנים השונים מאוד זה מזה ומתאפיינים בריבוי מרכיבים אשר אינם ידועים מראש. גם התאוששות משריפות תלויה במגוון רחב של גורמים כגון יכולת כיבוי ופינוי להצלת חיי אדם, יכולת כיבוי להצלת רכוש ומתן תמיכה לנפגעים בגוף ובנפש. מגוון המרכיבים שאינם ידועים מראש מצביעים על אי וודאות עמוקה.

השיטה המקובלת והרווחת כיום לקבלת החלטות בהינתן חלופות, מבוססת על בחינת היתרונות והחסרונות היחסיים של כל חלופה למול יעד שהוגדר, ובחירת החלופה הצפויה להיות אופטימלית, לפי המידע הקיים, אל מול יעד שמוגדר מראש. הטיפול באי-וודאות מתבסס לרוב על גישות הסתברותיות או גישות המבוססות על הסקה סטטיסטית, המתבססות על אומדנים של המציאות על בסיס אירועי עבר. זאת בעוד שבמצבים של אי וודאות עמוקה, מרחב התוצאות האפשריות/התרחישים העתידיים אינו ידוע, לא כל שכן ההסתברויות לתוצאות אלו (Ben-Haim, 2018).

תיאוריית פער-ידע לקבלת החלטות היא גישה לקבלת החלטות במצבים של אי וודאות עמוקה, לניהול האי-וודאות על-ידי בחינת החוסן לעמידה בדרישות קריטיות. בשיטה זו מזהים ומגדירים את פערי-ידע בין מה שידוע לבין מה שצריכים לדעת על מנת לקבל החלטה מוצלחת, וקבלת ההחלטות אז מבוססת על ניתוח החוסן של חלופות אל מול "הפתעות" (האי-וודאות) ביחס לדרישות קריטיות (היעדים/מטרות). מטרת ניתוח פער-הידע היא לתעדף חלופות היערכות בהתאם לרמת החוסן שלהן, קרי, מידת עמידותן ויעילותן אל מול הפתעות, כאשר שאלת החוסן היא בכמה אפשר לטעות בהבנת המצב ועדיין לעמוד בדרישות שהוגדרו מראש.

בתחום של שריפות רב-מוקדיות המחקר בחן את החוסן של כבאות והצלה לישראל (כב"ה) כארגון שבונה כוח לטובת התמודדות עם שריפות בכדי לבחון עד כמה הרשות בונה את הכוח באופן שייתן מענה ל"הפתעות", שהם אירועים עתידיים שלא ניתן לצפותם. פער-הידע התמקד בהקצאת המשאבים הנדרשים בתגובה לאירוע, כך שהקצאת המשאבים באירוע עתידי תמקסם את החוסן בפני אי הוודאות (בפני הפתעות).

בדרישות ההקצאה ניתנה התייחסות להגבלות על הקצאות חסר ויתר, בכדי למנוע חוסר משאבים כדי לצמצם ככל הניתן את הנזק מחד, ולמנוע הקצאה בזבזנית ביתר מאידך (הקצאה בזבזנית עלולה לבוא על חשבון משאבים שיידרשו לאירוע אחר/נוסף שעלול לקרות במקביל או תוך כדי אירוע "מתגלגל").

בנוסף, נבחנה במחקר ההיערכות החברתית-רגשית להתמודדות עם אירועי קיצון ומשברים, שהיא גורם קריטי ביכולת ההתאוששות והחזרה לתפקוד של אוכלוסייה מאירועים כאלה (Haimel et al., 2013).

מאפיינים כגון אזרחות טובה, סולידריות, מיומנויות של ויסות רגשי, תקשורת בין-אישית, יכולת ניהול קונפליקטים וחוסן אישי תורמים ליכולת האוכלוסייה לתפקד, לנכונות למלא אחר הנחיות, מתן עזרה הדדית, סיוע לגורמי חירום והצלה, והפחתה בפשיעה ואליומות. כל אלה מסייעים לצמצום נזקים משניים ולקיצור זמן ההתאוששות ממצבי קיצון ומשבר (Ben-Eliyahu, 2019).

תכניות היערכות חברתית-רגשית הן בדרך-כלל תכניות מבוססות-ראיות המתבססות על התרחשויות עבר<sup>3</sup> (Haimel et al., 2013). התרחשויות קודמות אלה הן באופן בלתי נמנע שונות מהתרחשויות עתידיות (שטרם קרו במציאות), ועל-כן אינן מספקות תכנון מהימן אל מול האי-וודאות העמוקה המאפיינת אירוע קיצון כגון רעידת אדמה. כיוון שמקרי קטסטרופה מאופיינים באי-וודאות עמוקה, תכניות היערכות המתבססות על ההערכה הטובה ביותר לתרחישים עתידיים אלה הן לא מספיק אמינות ופגיעות ל"הפתעות". לפיכך, תכנית היערכות צריכה להיות מתוכננת כך שרמת החוסן מול האי-וודאות תהיה גבוהה דיה להשגת עמידה בדרישות קריטיות בעת ההתרחשות העתידית.

במחקר הנוכחי פותחה מתודולוגיה מולטי-דיסציפלינרית חדשנית וייחודית, הכוללת היבטים תיאורטיים ומעשיים לבניית תכנית היערכות חברתית-רגשית באופן בו ניתן לאמוד את רמת החוסן מול האי-וודאות בתרחישים שונים של רעידות אדמה. תרחישי הנזק אשר ביחס אליהם נבחנה רמת החוסן של תכנית ההיערכות החברתית-רגשית הם תרחישים שהוגדרו על-ידי וועדת ההיגוי הבין-משרדית להיערכות לרעידות אדמה בישראל (שפירא, 2011). יישום המתודולוגיה ובחינת רמת החוסן מול האי-וודאות בוצעו במסגרת ניתוח קונספטואלי איכותני בגישת תורת פער-ידע<sup>4</sup> (Ben-Haim, 2018).

---

Evidence-based programs<sup>3</sup>  
Info-gap decision theory<sup>4</sup>

בנוסף, זוהה במסגרת המחקר שהמסגרת ה"טבעית" והמתאימה ביותר לחיזוק המיומנויות החברתיות-רגשיות באוכלוסייה היא מערכת החינוך. למערכת זו מגיעים ילדים ובני נוער על בסיס יומיומי, ובה נגישות לצוותי חינוך, יועצים, פסיכולוגים חינוכיים וגורמים רלוונטיים נוספים. אשר על-כן, במסגרת זו ניתן לשלב בקלות יחסית תכנית להיערכות חברתית-רגשית, העברה והטמעה של תכנים רלוונטיים ופיתוח מיומנויות חברתיות-רגשיות על בסיס מתמשך ויומיומי. תכנית כזו אף מייצרת באופן אינהרנטי רשת ביטחון לפלח אוכלוסייה זה של ילדים ובני נוער, אשר מטבע הדברים היא קבוצה פגיעה יותר באוכלוסייה בעת משבר. כמו-כן, "גיוס" אוכלוסייה זו להיערכות למצב חירום של רעידת אדמה משיג מטרה כפולה, ראשית, הנגשת מידע, ידע ומיומנויות חברתיות-רגשיות, ושנית, העצמת ילדים ובני נוער, והגברת המוטיבציה שלהם לשיתוף פעולה, בעצם הפיכתם לשותפים להתמודדות עם רעידת אדמה משלב התכנון ועד להוצאת התכנית אל הפועל.

לתכנית ההיערכות החברתית-רגשית אשר פותחה במסגרת המחקר שני עקרונות מרכזיים. ראשית, התכנית מתמקדת בנקיטת פעולות "אי-חרטה"<sup>5</sup>, שהן פעולות אשר גם אם לא יתרחש אירוע קיצון עדיין צפויה מהן תועלת לאוכלוסייה ולמדינה. שנית, התכנית מתמקדת בפעולות הניתנות ליישום באמצעות משאבים קיימים ו/או ללא צורך בהקצאת תקציבים משמעותיים.

ממצאי המחקר מצביעים על פערים בין רמת החוסן של תכנית להיערכות חברתית-רגשית בתרחישים שונים ועל הצורך בגיבוש תכניות היערכות חברתיות-רגשיות בעלות חוסן גבוה לאי-הוודאות על-פי תרחישי נזק שונים ולא בגישת "One size fits all".

מסקנות עיקריות מהמחקר: (1) רמות החוסן של כב"ה אל מול אירועי קיצון של שריפות רב-מוקדיות נמוכות יחסית. הדבר נובע בעיקר ממורכבות אירועי השריפה. (2) ניתן לנקוט צעדים להעלאת רמות החוסן אל מול אי הוודאות באמצעות מחקר וביצוע פיקוח, ניטור ובקרה באירועים עצמם. איסוף, עיבוד וניתוח נתונים שכיום לא נאספים ולא מתועדים במערכות המידע של כב"ה, ואפשרות לתכלול נתונים אלה עם נתונים ממקורות מידע נוספים (כגון מערכות מידע מטאורולוגיות, מערכות מידע הנדסיות, רגולטוריות ועוד) ישפרו הן את הבנת המערכת והן את אומדני השגיאה בתחשיבי פער הידע ועפ"י הערכתנו יניבו רמות חוסן

---

No-regret<sup>5</sup>

גבוהות יותר. 3) אין כיום הגדרות ברורות של מדדי הצלחה באירוע. המשמעות היא שלא ניתן להגדיר יעדים מוגדרים לאירוע, לא כל שכן למדוד ולכמת עמידה ביעדים. ללא דרישות קריטיות לעמידה ביעדים לא ניתן לבחון חלופות בשיטת תורת פער-ידע אל מול דרישות קריטיות (כיוון שהללו לא קיימות). 4) ישנה חשיבות רבה לבחינת החוסן של תכניות להיערכות חברתית-רגשית על-מנת לקבל החלטות מושכלות להיערכות חסינה מול האי-וודאות באירועי קיצון.

## 2 שריפות רב-מוקדיות בישראל

כבאות והצלה לישראל (כב"ה) הוא ארגון הכבאות וההצלה הרשמי של מדינת ישראל, המופקד על כיבוי ומניעת דליקות והתפשטותן, חילוץ והצלת לכודים וטיפול באירועים של חומרים מסוכנים (כבאות והצלה לישראל, 2020). כב"ה מגדירה את המשאבים הנדרשים בתגובה לאירוע (בניין הכוח) אל מול איום הייחוס. איום הייחוס הוא איום שצופים אותו, הוא אינו מכיל הפתעות או תרחישים לא ידועים. לא ניתן לדעת מראש אם איום הייחוס נכון, והוא לא בהכרח התרחיש שעתידי לקרות. במחקר הנחנו שפרק 200<sup>6</sup> המגדיר את בניין הכוח בתגובה לאירוע הינו ההערכה הטובה ביותר למשאבים שיידרשו באירוע עתידי עפ"י סוג וחומרת האירועים. עפ"י הגדרות כב"ה השריפות סווגו ל-3 סוגים: שריפות בשטחים פתוחים, שריפות באזורי מגורים ושריפות באזורי תעשייה.

עפ"י הגדרות כב"ה חומרת האירועים סווגה ל-4 דרגות: שריפה קטנה מאוד, שריפה קטנה, שריפה בינונית ושריפה גדולה, כך שבסה"כ הוגדרו 12 מקרים, שריפה בשטח פתוח ב-4 דרגות חומרה, שריפה באזור מגורים ב-4 דרגות חומרה ושריפה באזור תעשייה ב-4 דרגות חומרה.

חישוב החוסן בוצע ביחס לשריפה גדולה בשטח פתוח. ההערכה הטובה ביותר למשאבים הנדרשים התבססה על נתוני כב"ה. אי הוודאות במקרה זה באה לידי ביטוי ביחס שבין אומדן הסטייה להערכה הטובה ביותר, כאשר ערך הסטייה היחסית לא ידוע כיוון שלא ידוע מה תהיה הסטייה בין ההערכה הטובה ביותר למה שיידרש בפועל, כיוון שלא ידוע מה יידרש באירוע העתידי בפועל.

---

<sup>6</sup> נציבות כב"ה, פקודת נציב פרק 200 - [http://www.kkl.org.il/files/hebrew\\_files/michrazim/bid-30-15-reference-document-4.pdf](http://www.kkl.org.il/files/hebrew_files/michrazim/bid-30-15-reference-document-4.pdf)

כמו-כן הוגדר טווח מוגדר מראש למניעת מחסור במשאבים ולמניעת בזבז משאבים. מתקיים יחס המרה (trade-off) בין גודל הטווח שאנחנו מאפשרים לבין רמת החוסן. ככל שנדרוש טווח קטן יותר, כלומר דרישות יותר מחמירות, החוסן קטן, וככל שהטווח גדל (דרישות פחות מחמירות) החוסן עולה. כלומר, מתקיים 'טרייד אוף' בין חומרת הדרישות לבין רמות החוסן, ככל שאנחנו דורשים דרישות יותר מחמירות, אנחנו נדרשים ליותר משאבים כדי לעמוד בדרישות אלה, ונדרשים לעבוד יותר קשה כדי לייצר רמות חוסן גבוהות. ניתן גם לומר שככל שהדרישות שלנו יותר גבוהות, אנחנו יותר פגיעים, כלומר רמות החוסן שלנו קטנות יותר, ולהיפך. רמת חוסן גבוהה תשתקף במספר הפעמים של אומדן הסטייה, רמת החוסן הולכת וגדלה ככל שאומדן הסטייה ביחס לרמת החוסן הולכת וקטנה.

### 3 רעידות אדמה בישראל

כיוון שאין בישראל ניסיון ונתוני עבר לגבי רעידות אדמה הרסניות, ההערכה הטובה ביותר לנזק שעלול להיגרם מתבססת בדרך-כלל על נתונים ותרחישים ממדינות אחרות בעולם<sup>7</sup> (ראיון עם סלומון, 2020; ראיון עם יהב, קליגמן ושפירא, 2020). במחקר הנוכחי הונחו תרחישי נזק כפי שהוגדרו על-ידי וועדת ההיגוי הבין-משרדית להיערכות לרעידות אדמה בישראל, כפי שנוסחו במסמך של שפירא (2011). תכנית ההיערכות החברתית-רגשית נבנתה ביחס לתרחיש של רעידת אדמה הרסנית בעוצמה סייסמית 9. ניתוח החוסן של תכנית ההיערכות החברתית-רגשית התמקד בשני תרחישים, רעידת אדמה בעוצמה סייסמית 9 שביחס אליה פותחה התכנית, ורעידת אדמה בעוצמה סייסמית נמוכה יותר, עוצמה סייסמית 7. בטבלה 1 מוצגים התרחישים ואומדני הנזק על-פי הערכת וועדת ההיגוי הבין-משרדית לרעידות אדמה לעוצמות סייסמיות אלה.

<sup>7</sup> גם בתחום הביטוח המספרים מתקבלים ממבטחי המשנה שהן חברות-ענק שמבטחות בכל העולם (סלומון, 2020).

**טבלה 1:** אומדן הנזקים מרעידות אדמה בבניינים מבטון מזוין והפגיעה בנפש בהתאם לנזק בבניין

רמת הנזק	הנזק לבניין (%)	עצימות סייסמית (%)	עצימות סייסמית 9 (%)	פגיעה קשה או מוות (%)	פגיעה בינונית (%)	פגיעה קלה (%)
אין נזק	0	49	14	-	-	-
מזערי	0.5	38	30	-	-	-
חלש	5	8	24	0.0011	0.0033	0.033
בינוני	20	2	16	0.01	0.03	3
גדול	45	1.5	10	0.1	0.3	3
כבד	80	1	4	1	3	30
הרס	100	0.5	2	20	20	40

מקור: שפירא (2011)

יכולת החזרה לתפקוד של האוכלוסייה תלויה בשילוב של זמינות תשתיות קריטיות כגון חשמל, מים, מזון ומערכות תקשורת, ושל משאבים חברתיים-רגשיים כגון רשת בטחון חברתית וחוסן נפשי. בכדי לאמוד את רמת החוסן של תכנית ההיערכות החברתית-רגשית בשני התרחישים, עוצמה סייסמית 9 ועוצמה סייסמית 7, בוצעה במסגרת המחקר הערכה להתאוששות תשתיות קריטיות על-פי תרחישי הנזק בעוצמות סייסמיות אלה. בטבלה 2 מוצג האומדן להתאוששות תשתיות קריטיות על-פי תרחישי הנזק ברעידות אדמה בעוצמה סייסמית 9 ובעוצמה סייסמית 7.

## טבלה 2: אומדן להתאוששות תשתיות קריטיות על-פי תרחישי הנזק לעוצמה סייסמית 9 ו-7

התשתית	עוצמה סייסמית 9	עוצמה סייסמית 7	רעידת אדמה מינורית
רשת החשמל	שבועיים	48 שעות	מס' שעות בודדות
תשתית מים זורמים	שבועיים	48 שעות	השפעה מינורית
אספקת מזון	שבועיים	ללא השפעה	ללא השפעה
מערכות בנקאיות	48 שעות	ללא השפעה	ללא השפעה
מערכות מדיה ציבוריות (רדיו, טלוויזיה)	24 שעות	ללא השפעה	ללא השפעה
מערכות תקשורת אישיות (סלולאר, אינטרנט)	שבוע	48 שעות	השפעה מינורית
תקשורת חירום	24 שעות	השפעה מינורית	ללא השפעה

מקור: הערכה שבוצעה על-ידי כבאות והצלה לישראל

## 4 מתודולוגיה

על-פי תורת פער-ידע, רמת החוסן מול אי-הוודאות מאפשרת תעדוף בין חלופות, כאשר החלופה המועדפת היא זו הממקסמת את רמת החוסן, תיעדוף השונה מתיעדוף לפי חיזוי טיב התוצאה. תיעדוף לפי שיטת פער-ידע ישיג תוצאה משביעת רצון על פני מרחב ההפתעה הגדול ביותר.

במסגרת המחקר יושמו שתי גישות של ניתוח פער-ידע לבחינת רמת החוסן מול האי-וודאות במקרי קיצון של שריפות רב-מוקדיות ורעידות אדמה, גישה כמותית וגישה איכותנית. רמת החוסן היא תשובה לשאלה עד כמה ניתן לסטות מההערכה הטובה ביותר ועדיין לעמוד בדרישות קריטיות שהוגדרו מראש. אמידה של בתחום של שריפות רב-מוקדיות יושמה מתודולוגיה בגישה כמותית לבחינת רמות החוסן אל מול אירועי קיצון של שריפות רב-מוקדיות.

בתחום של רעידות אדמה פותחה מתודולוגיה מולטי-דיספלינרית חדשנית וייחודית, הכוללת היבטים תיאורטיים ומעשיים לבניית תכנית היערכות חברתית-רגשית בשיטה איכותנית, באמצעות מאפיינים המהווים תחליפי-חוסן<sup>8</sup>. תחליפי-חוסן הם מאפיינים החופפים במידה כזו או אחרת את הגדרת החוסן, ואשר

<sup>8</sup> Proxies-for-robustness



ניתן לאמוד באופן איכותני את תרומתם לרמת החוסן מול האי-וודאות (Ben-Haim, 2018). ששת תחליפי החוסן שנבחנו במסגרת המחקר הם התאוששות (Resilience), יתירות (Redundancy), גמישות (Flexibility), הסתגלות (Adaptiveness), מרווחי ביטחון (Margins of safety), ותפיסה מקיפה והוליסטית (Comprehensiveness), כמפורט בפרק 4.

לצורך הערכת רמת החוסן של תכנית ההיערכות החברתית-רגשית הוגדרו במחקר מאפיינים חברתיים-רגשיים לכל אחד מששת תחליפי-החוסן נבנתה מסגרת לתכנית היערכות חברתית-רגשית לרעידת אדמה הרסנית בעוצמה סייסמית 9.

לצורך הגדרת פעולות לביצוע במסגרת התכנית בוצעה סקירה של תכניות היערכות חברתית-רגשית במדינות שונות בעולם, ונבחרו מדינות מייצגות המתמודדות עם רעידות אדמה הרסניות המובילות בתחום ההיערכות החברתית-רגשית. לאחר מכן בוצעה הערכה לאמידת רמת החוסן של תכנית ההיערכות החברתית-רגשית בכל אחד משני התרחישים, רעידת אדמה בעוצמה סייסמית 9 ורעידת אדמה בעוצמה סייסמית 7.

יש לציין כי במסגרת הסקירה לא נמצאו תכניות היערכות חברתית-רגשית המתייחסות לעצימות של רעידת האדמה, התכניות היו כולן קבועות ללא קשר לתרחישים שונים של רעידות אדמה בעוצמות שונות ו/או לרמות נזק משתנות.

## **5 ניתוח פער-ידע כמותי**

בגישת פער-ידע אנו יוצאים מנקודת הנחה שבמצבים של אי וודאות עמוקה לא ניתן לחזות תרחישים עתידיים על בסיס אירועי עבר בלבד. על-כן בגישה זו איננו שואלים רק מה עלול לקרות או מהו התרחיש העתידי שלמולו יש להתכונן, אלא כאמור, יוצאים מנקודת הנחה שכיוון שהעמיד אינו ידוע לא רציונלי להיערך לתרחישי קיצון עתידיים (שטרם קרו במציאות) על בסיס ניסיון העבר בלבד, ובוחנים מהי החלופה שממקסמת את החוסן אל מול האי-וודאות. האי-וודאות היא הפער שבין ההערכה הטובה ביותר שלנו

למציאות לבין מה שיקרה בפועל במציאות. החוסן הוא גודל ההפתעה הגדולה ביותר שאינה מובילה לכישלון בהשגת דרישות קריטיות (מטרות ויעדים מוגדרים מראש).

החוסן הוא תשובה כמותית לשאלה עד כמה ניתן לסטות מההערכה הטובה ביותר ועדיין לעמוד בדרישות שהוגדרו. פונקציית החוסן מבוססת על דרישות ביצועים משביעי רצון שמשמעותם כאמור עמידה בדרישות שהגדרנו. פונקציית החוסן היא יסוד לתעדוף בין תכניות היערכות שונות, כאשר מתעדפים לפי רמת החוסן. תיעדוף זה שונה מתיעדוף לפי חיזוי טיב התוצאה. תיעדוף לפי שיטת פער-ידע ישיג תוצאה משביעה רצון על פני מרחב ההפתעה הגדולה ביותר.

ניתוח כמותי במסגרת תיאוריית פער-ידע לקבלת החלטות מבוססת על שלושה מרכיבים:

#### **1. מודל פער-הידע לאי-וודאות**

מודל פער-הידע לאי-וודאות מגדיר את המרכיבים אשר לגביהם קיימת אי וודאות ושבהם רוצים לטפל. פער-הידע במחקר מתייחס לכמות המשאבים השונים הנדרשים בתגובה לאירוע, כאשר האי-וודאות מוגדרת כפער בין ההערכה הטובה ביותר שלנו למשאבים שיידרשו באירוע עתידי (על בסיס נתוני עבר) לבין המשאבים שיידרשו בפועל באירוע העתידי (שאינם ידועים לנו). פער זה נורמל ביחס לאומדן של סטייה מההערכה הטובה ביותר.

#### **2. מודל המערכת**

מודל המערכת מתאר את מה שידוע לנו אודות המערכת וכל גורם שהוא שישפיע על הצלחת התגובה, כולל כב"ה ותוכניתיה, גורמים חברתיים וכלכליים ועוד. במחקר בחנו את חוסן פקודת המבצע לשריפות<sup>9</sup> (ההערכה הטובה ביותר למשאבים הנדרשים בתגובה לאירוע). כלומר, מודל המערכת מתאר את הסד"כ<sup>10</sup> עפ"י פקודת המבצע, שהיא ההערכה הטובה ביותר למשאבים הנדרשים בתגובה לאירועים השונים.

---

<sup>9</sup> פרק 200  
<sup>10</sup> סד"כ = סדר כוחות

### 3. דרישות המערכת (דרישות קריטיות)

דרישות המערכת הן התוצאות שאותן אנו שואפים להשיג. לדוגמה, במקרה של שריפות, תוצאה רצויה יכולה להיות זמן הגעה מקסימלי למקום האירוע לא יעבור ערך מירבי מוגדר מראש (למשל תוך מספר דקות המוגדרות מראש), או זמן מקסימלי להשתלטות על שריפה (פרק זמן מוגדר מראש), או השגת יעד של אפס נפגעים וכדו'.

מתקיים יחס המרה (trade-off) שהוא יחס הפוך בין חומרת הדרישה לרמת החוסן. כלומר, ככל שהדרישות שנציב יותר גבוהות (מחמירות), רמת החוסן קטנה (ולהיפך). מטרה עיקרית של ניתוח החוסן היא לסייע למקבל ההחלטות לשקול המרה זו בהליך קבלת ההחלטה.

#### **פונקציית החוסן**

פונקציית החוסן היא הפונקצייה שתומכת בהחלטה. הפונקצייה מציגה את רמת החוסן בחלופות שונות כפי שהוגדרו במודל המערכת (לדוגמה כתוצאה מפעולות התערבות, הקצאת משאבים בחלופות שונות וכדו'), כך שמתאפשרת קבלת החלטה המבוססת על בחירה בין החלופות השונות בהתאם לרמות החוסן שלהן. החלופה המועדפת תהיה זו שממקסמת את החוסן ביחס לדרישות הקריטיות (מטרות ויעדים שהוגדרו מראש). כך לדוגמה, במקרה של אירוע שריפה, בחירת חלופה על-פי דרישה להיקף נזק מינימלי קביל, או כל ערך ספציפי שמקבל ההחלטות שואף להשיג.

פונקציית החוסן מבוססת על דרישות ביצועים משביעי רצון שמשמעותם עמידה בדרישות (יעדים/מטרות) שהוגדו מראש. פונקציית החוסן היא תשובה כמותית לשאלה עד כמה ניתן לסטות מההערכה הטובה ביותר ועדיין לעמוד בדרישות שהוגדרו.

רמת החוסן תלויה בשלושה מרכיבים - מודל פער-הידע לאי-וודאות, מודל המערכת, והדרישות הקריטיות. הדרישות הקריטיות יכולות לנבוע מדרישות רגולטוריות, אילוצי תקציב, שיקולים אידאולוגיים (לדוגמה הגנה על חיי אדם בכל מחיר) ועוד.

## 6 ניתוח פער-ידע איכותני באמצעות תחליפי-חוסן

תחליפי-החוסן הם מאפיינים החופפים את הגדרת החוסן ואשר ניתן לאמוד באופן איכותני את תרומתם לרמת החוסן מול האי-וודאות (Ben-Haim, 2018). במחקר נבחנו שישה תחליפי חוסן כמפורט להלן:

### 1. Resilience - התאוששות

התאוששות היא היכולת להתמודד בצורה חיובית ויעילה במצוקה (Luther et al., 2000), או היכולת להתאושש מצער או משבר (Webster dictionary). מחקר רב הוקדש לחקר יכולת ההתאוששות של אנשים ומערכות המציגים תוצאות חיוביות במצבי מצוקה. מחקרים כאלה בוצעו בתחומים שונים, כלכליים, חברתיים וסביבתיים, וביחס למגזרים שונים, כולל ממשל, מסחר, הנדסה, משפטים, חינוך ופסיכולוגיה (Allen et al., 2011; Ben-Haim, 2019a; Djalante & Thomalla, 2010; Hooper, 2009; Hosseini et al., 2016; Leitner et al., 2018; Ribeiro & Barbosa-Povoa, 2018; Southwick et al., 2014).

### 2. Redundancy – יתירות

יתירות היא הזמינות של רכיבים נוספים (חלפים/חלופיים) שמטרתם לשפר את מהימנותה של מערכת (Boland et al., 1991). יתירות יכולה להתייחס גם לריבוי יכולות המאפשרות חלופות זמינות. יתירות נחקרת ומיושמת בהרחבה במגוון תחומים, במיוחד במערכות קריטיות ובטיחותיות (Brock et al., 2018; Li et al., 2019; Nowell et al., 2017; Ong & Coiera, 2010; Zolghadri, 2000).

### 3. Flexibility - גמישות (טווח קצר)

גמישות היא היכולת של אנשים או מערכות להתאים את עצמם במהירות לשינוי (Kulatilaka & Marks, 2006; Volberda, 2003; Webb & Chevreau, 1988). גמישות נתפסת כתכונה קריטית ואסטרטגית להתאמה לשינויים באזורים ומצבים שונים, במיוחד במקרים של משברים וחירום (Brozovic, 2018; Kickert, 1984; Zagelmeyer & Heckmann, 2013).

### 4. Adaptiveness - הסתגלות (טווח ארוך)

הסתגלות היא היכולת לבצע שינוי ארוך טווח כדי להתאים לתנאים, לנסיבות או לסביבה מסוימת (Ben-Haim, 2018).

#### 5. Margins of safety - מרווחי ביטחון

מרווחי ביטחון הם עודף יכולות מעבר לצורך הצפוי הבסיסי. מרווחי ביטחון מאפשרים מקום לאי דיוק, מזל רע או טעויות אנליטיות בכדי למנוע נזקים ו/או הפסדים לאורך זמן. מרווחי ביטחון נחוצים מכיוון שההערכה ברוב המקרים אינה מדויקת, במיוחד לנוכח עתיד בלתי צפוי (Klarman, 1991). בחינה וקביעת מרווחי ביטחון מיושמים במגוון רחב של תחומים (Ames & Lall, 2008; Thompson, 1979).

#### 6. Comprehensiveness - תפיסה מקיפה והוליסטית

תפיסה מקיפה והוליסטית משתנה ככל שארגונים מנסים להיות ממצים או כוללניים בשילוב אסטרטגיות לקבלת החלטות (Fredrickson, 1984; Fredrickson & Mitchell, 1984). ניתוח מקיף והוליסטי בוחן היבטים רבים ומגוונים של הבעיה, מנקודות מבטם של גורמים מתחומים שונים.

דוגמה ליישום תחליף-חוסן במערכות בנקאיות היא יתירות, כאשר כל הנתונים עוברים גיבוי ונשמרים ביותר ממקום אחד. יתירות זו מגדילה את מרחב התמרון ביחס ל"הפתעות", כך שאם יש שיבוש, תקלה, או כל תרחיש שבו הדברים לא מתנהלים באופן שגרתי, ישנה "תכנית גיבוי" המספקת רמת חוסן חיובית מול האי-וודאות. תיאוריית פער-ידע מספקת כלים לאמידת החוזק של מאפייני תחליפי-החוסן, כך שניתן לבחור בחלופה שממקסמת את החוסן מול האי-וודאות.

### 7 מאפיינים חברתיים-רגשיים לתחליפי-החוסן

יכולת האוכלוסייה לתפקד בעת אירוע קיצון של אסון או משבר, תלוי בשילוב של זמינות תשתיות ושל משאבים רגשיים-אישיים כגון רשת בטחון חברתית וחוסן נפשי (Norris, et al., 2008). בכדי להעריך באופן איכותני את החוסן מול האי-וודאות של תכנית ההיערכות החברתית-רגשית בתרחישים השונים של רעידות אדמה בעוצמה סייסמית 9 ו-7, כל אחד מיישומי התכנית אופיין וסווג בהתאם לתחליף-חוסן רלוונטי.

להלן פירוט המאפיינים והיישומים בסיווגם על-פי ששת תחליפי-החוסן:

#### 1. התאוששות

יכולת לתפקד באירוע קיצון של רעידת אדמה תלויה ביכולות של ויסות רגשי לתפקוד תקין. לצורך כך יש להנך ולהטמיע טכניקות של וויסות רגשות. ניתן לעשות זאת באמצעות לימוד של טכניקות נשימה להפחתת חרדה וביצירת רשת של תלמידים בוגרים בבתי הספר שיסייעו במניעת בהלה והיסטריה, באמצעות חשיפה ומפגשי היכרות בבית-הספר.

#### 2. יתירות

רשת של תמיכת עמיתים מהווה זמינות של אמצעים נוספים לשיפור היכולת של המערכת והאוכלוסייה לתפקד. ניתן להשיג זאת באמצעות הנחיות מראש למי יש לפנות במקרה שגורם אחראי (כמו מורה) אינו זמין, יצירת רשת קהילתית לתמיכה מיידית (תלמידים בוגרים ו/או מבוגרים בסביבה הגיאוגרפית של בית-הספר), היכרות עם האזור הגיאוגרפי הסובב את בית-הספר להתמצאות טובה יותר במרחב והקצאת מבנים חלופיים למקרה שבית-הספר נפגע (מרכז קהילתי/מתנ"ס וכדו').

#### 3. גמישות (טווח קצר)

חשיפה למגוון של פלטפורמות כוח-אדם ולמידה, כולל למידה מרחוק, תאפשר גמישות בהתאמת התפקוד למציאות המשתנה באירוע של רעידת אדמה. להשגת מטרה זו ניתן לתרגל למידה בתצורות שונות ועל-ידי גורמים שונים, לחשוף את התלמידים להיכרות עם צוות שאינו צוות מוביל ולהגדיל את החשיפה וההיכרות עם גורמים שונים בקהילה כגון תלמידים בשכבות גיל אחרות, מורים, שכנים, נציגים שונים בקהילה וכיו"ב.

#### 4. הסתגלות (טווח ארוך)

בכדי להשיג הסתגלות לשינוי בטווח הארוך יש לזהות מהם הצרכים המקבלים מענה ומהם אלה שאינם מקבלים מענה. לצורך כך יש לספק מנגנונים ליעוץ לפתרונות ארוכי טווח, לדוגמה, לימוד לבניית קריירה לטווח ארוך, הקטנת הוראה ותכנית לימודים למקצועות שאינם ליבה, הגדלת שיעורי בריאות גופנית ונפשית ומרכזים (פיזיים או מקוונים) לתמיכה חברתית-רגשית.

#### 5. מרווחי ביטחון

מאפיינים כגון אזרחות טובה, סולידריות ועזרה הדדית מספקים מרווחי ביטחון בעת משבר לתמיכה בנזקקים ולמניעת נזקים משניים הנגרמים מאלימות ופשיעה. היכרות עם גורמי סמכות והבנת הרציונל מאחורי פעולות הנדרשות לביצוע, כמו גם זיהוי אינטרסים הדדיים ובניית מערכות יחסים, יגדילו את האמון בגורמים אלה ובמערכת באופן כללי ויגדילו את שיתוף הפעולה והישמענות להנחיות בעת משבר.

## **6. תפיסה מקיפה והוליסטית**

תקשורת ודיאלוג בין מגוון רחב של מחזיקי-עניין שונים לגבי היערכות ושיתוף פעולה באירוע של רעידת אדמה תאפשר תפיסה מקיפה והוליסטית של ההתמודדות עם סוג כזה של אירוע. ניתן להשיג זאת באמצעות חשיפה והיכרות של התלמידים עם נציגים מגופים שונים כגון שירותי חירום והצלה, הרשות המקומית, נציגים שונים מהקהילה ועוד. ניתן גם לקיים תקשורת ושיח מתמשכים באמצעות פלטפורמות מקוונות שינגישו מידע ויכולת לתקשר בין הגורמים השונים. מפגשים כאלו יכולים להוות פלטפורמה לפיתוח מיומנויות תקשורת בין-אישית, ניהול קונפליקטים ובניית אמון בין הגורמים השונים אשר יעודדו שיתוף פעולה ועזרה הדדית.

## **8 מבנה תכנית ההיערכות החברתית-רגשית וניתוח החוסן**

תכנית ההיערכות החברתית-רגשית נבנתה על-פי תחליפי-החוסן ובהתאם למיפוי וסיווג מאפיינים חברתיים-רגשיים לתחליפי-החוסן. בשלב ראשון הותאם לכל תחליף-חוסן בהתאם להגדרתו מאפיין חברתי-רגשי. בשלב השני הוגדרו לכל מאפיין חברתי-רגשי יישומים בית-ספריים ובהתאם להם הנחיות להיערכות. התכנית מוצגת בנספח א'.

ניתוח החוסן מול האי-וודאות בוצע באופן איכותני באמצעות אמידת רמת החוסן של כל אחד מתחליפי-החוסן החברתיים-רגשיים בכל אחד משני התרחישים, רעידת אדמה בעוצמה סייסמית 9 ורעידת אדמה בעוצמה סייסמית 7.

## **9 תוצאות**

בתחום של שריפות רב-מוקדיות נמצא כי רמות החוסן של כב"ה אל מול אירועי קיצון של שריפות רב-מוקדיות הן נמוכות יחסית. סיבה עיקרית היא המורכבות של אירועי השריפה.

ממצא משמעותי נוסף במחקר הוא היעדר דרישות קריטיות. כיום כב"ה לא נדרשת לעמוד בקריטריונים אחדים ספציפיים של יעדים באירוע. מטרה מרכזית היא הצלת חיים, חיי אדם וחייהם של מי שאינם בני אדם (בעלי חיים) אך נשאלת למשל השאלה מה קורה אם פורצת שריפה וישוב שלם נשרף עד היסוד, מספר מאות בתים נשרפים כליל, אך לא היו כלל נפגעים בנפש, האם זה כשלון או הצלחה. בראיונות שנערכו עם גורמי מפתח בכב"ה הדיעות היו חלוקות. כל עוד אין הגדרות ומדדים שמגדירים מה זו הצלחה באירוע לא ניתן להגדיר את הדרישות הקריטיות שביחס אליהן רוצים למקסם את החוסן.

ממצא נוסף הינו כי אין מספיק קשר עם הרשויות המקומיות. כל רשות מקומית מתנהלת בצורה שונה ולא תמיד יש שיתוף פעולה. נדרש בעיקר שיתוף פעולה הדוק עם המשטרה ועם הרשויות המקומיות אבל גם עם גופים נוספים כגון מד"א, רט"ג, צה"ל ומפעלי תעשייה

בתחום של רעידות אדמה, נבנתה במסגרת המחקר תכנית להיערכות חברתית-רגשית לרעידת אדמה הרסנית בעוצמה סייסמית 9, התכנית **בנספח א'**. החוסן של התכנית מול האי-וודאות באירוע של רעידת אדמה נבחן בשני תרחישים, רעידת אדמה בעוצמה סייסמית 9 ורעידת אדמה בעוצמה סייסמית 7. הערכה איכותנית של רמת החוסן מול האי-וודאות נבחנה באמצעות תחליפי-חוסן שכל אחד מיישומי התכנית אופיין וסווג בהתאם להם. החוזק של תחליפי-החוסן נאמד בסקלה של: 1 – נמוך, 2 – בינוני, 3 – גבוה. תוצאות ההערכה האיכותנית מוצגות בטבלה 3. התוצאות מצביעות על כך שהחוסן של תכנית ההיערכות החברתית-רגשית גבוה יותר בתרחיש של רעידת אדמה בעוצמה סייסמית 7 מאשר בתרחיש של רעידת אדמה בעוצמה סייסמית 9.

**טבלה 3:** אומדן החוזק של תחליפי-החוסן

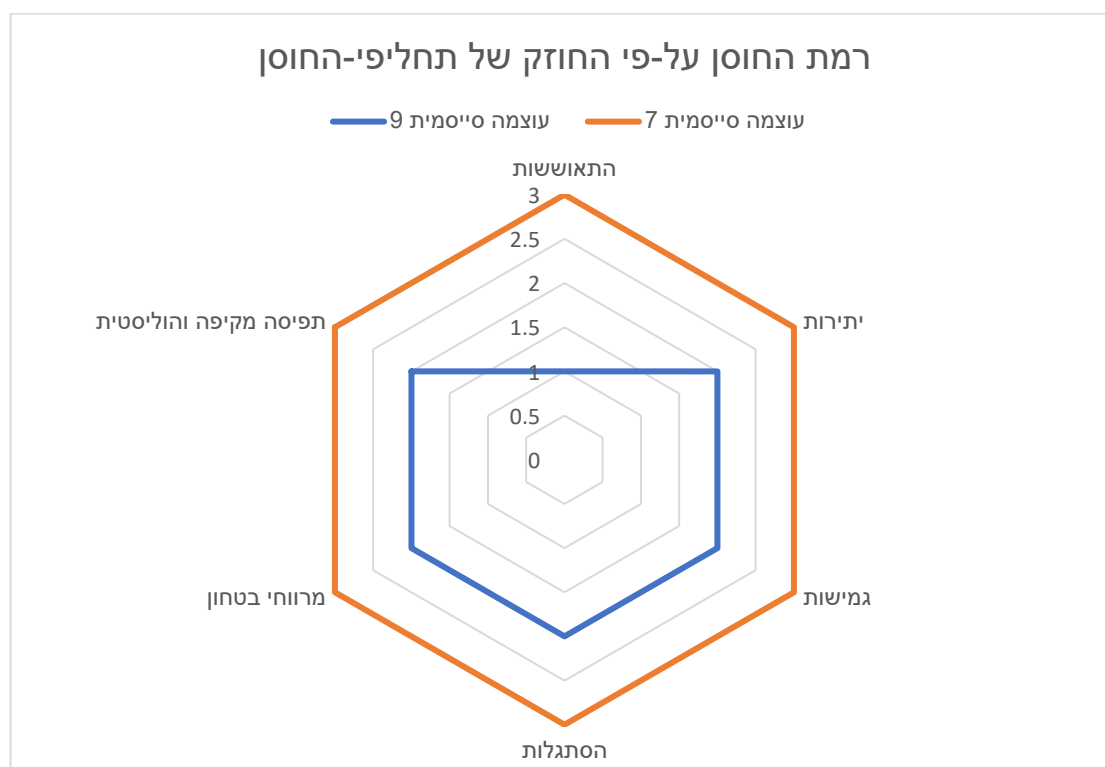
תפיסה מקיפה והוליסטית	מרווחי בטחון	הסתגלות	גמישות	יתירות	התאוששות
2 - בינוני	2 - בינוני	2 - בינוני	2 - בינוני	2 - בינוני	1 - נמוך
3 - גבוה	3 - גבוה	3 - גבוה	3 - גבוה	3 - גבוה	3 - גבוה

לצורך המחשת ההשוואה בין רמת החוסן הכוללת של תוכנית ההיערכות החברתית-רגשית בשני התרחישים, רמה סייסמית 9 ורמה סייסמית 7, השתמשנו בכלי האנליטי "תרשים רדאר" (Radar) כמוצג



באיור 1. תרשימי Radar או Kiviat מאפשרים הצגה השוואתית של ביצועים המבוססים על מדדי ביצוע או אינדיקטורים מרובים (Di Maria et al., 2020; Mosley & Mayer, 1999). האזור שתחום על ידי המצולע שנוצר על-ידי חיבור הערכים של תחליפי-החוסן בכל תרחיש מייצג את רמת החוסן בכל אחד מהתרחישים שנבחנו, רמה סייסמית 9 ורמה סייסמית 7.

**איור 1:** רמת החוסן על-פי החוזק של תחליפי-החוסן



בהצגה הגראפית של ניתוח החוסן שבאיור 1, המצולע הכחול מייצג את רמת החוסן של תכנית ההיערכות החברתית-רגשית בעוצמה סייסמית 9 והמצולע הכתום מייצג את רמת החוסן של תכנית ההיערכות החברתית-רגשית בעוצמה סייסמית 7. כל אחד מהמצולעים באיור משקף את "מרחב התמרון" לטעות/"הפתעה" ביחס להערכה הטובה ביותר. ככל שמרחב התמרון גדול יותר (שטח המצולע גדול יותר) רמת החוסן מול האי-וודאות גבוהה יותר. ניתן לראות שבמצב של חוסן אפס, נקודת האפס במרכז האיור, אין שום יכולת תמרון ביחס להערכה הטובה ביותר, כלומר, כל סטייה תגרום לכשל בעמידה בדרישות

הקריטיות שהוגדרו. ככל שהחוזק של תחליף-החוסן גדל, כך גדל גם מרחב התמרון שמאפשר סטייה גדולה יותר מההערכה הטובה ביותר תוך עמידה בדרישות הקריטיות, כלומר, קיים מרחב גדול יותר לטעות במקרה של "הפתעות לא רצויות" תוך עמידה בדרישות הקריטיות שהוגדרו לקבלת תוצאה משביעת רצון (תוצאה שהיא מקובלת).

כמו-כן, ניתן לראות שמתקיים trade-off בין רמת החוסן לבין חומרת הדרישות הקריטיות, ככל שהדרישות מחמירות יותר, רמת החוסן קטנה, ולהיפך. לדוגמה, אם ההערכה הטובה ביותר להתאוששות מאירוע בתרחיש מסוים היא 48 שעות (זו הנחה היפוטטית, כיוון שהתרחיש האמיתי לא התקיים עדיין במציאות) לדרישה קריטית להתאוששות תוך 48 שעות יש חוסן אפס, כי כל "הפתעה" שתגרום לשיבוש כלשהו תפגע ביכולת לעמוד בדרישה קריטית זו. לעומת-זאת, הגדרת דרישה קריטית להתאוששות תוך 72 שעות פחות פגיעה ל"הפתעות", כיוון שגם סטייה של 50% מההערכה הטובה ביותר תאפשר עמידה בדרישה הקריטית שהוגדרה.

## 10 מסקנות והמלצות

במחקר הנוכחי פותחה מתודולוגיה מולטי-דיסיפלינרית חדשנית וייחודית לבניית תכנית היערכות חברתית-רגשית על-פי מאפיינים חברתיים-רגשיים לתחליפי-חוסן, ולניתוח רמת החוסן מול האי-וודאות בתרחישים שונים של רעידות אדמה. ככל שרמת החוסן גבוהה יותר היא משקפת יכולת תמרון גבוהה יותר ביחס להערכה הטובה ביותר שלנו להתרחשות העתידית, דהיינו, רמת החוסן הולכת וגדלה ככל שאומדן הסטייה ביחס להערכה הטובה ביותר שלנו הולך וקטן.

תוצאות המחקר מצביעות על פערים בין רמת החוסן של תכנית להיערכות חברתית-רגשית בתרחישים שונים של רעידת אדמה ועל הצורך בגיבוש תכניות היערכות חברתיות-רגשיות בעלות חוסן גבוה לאי-הוודאות על-פי תרחישים שונים ולא בגישת "One size fits all". התוצאות מצביעות על כך שהחוסן של תכנית היערכות החברתית-רגשית גבוה יותר בתרחיש של רעידת אדמה בעוצמה סייסמית 7 מאשר בתרחיש של רעידת אדמה בעוצמה סייסמית 9. מהניתוח ניתן להסיק כי יישום תכנית היערכות שתוכננה לרמה סייסמית 9 ביחס לתרחיש של רמה סייסמית 7 תעלה את רמת החוסן מול האי-וודאות. מכאן, מסקנה מרכזית העולה מהמחקר היא חשיבות בחינת החוסן של תכניות להיערכות חברתית-רגשית על-מנת לקבל

החלטות מושכלות להיערכות חברתית-רגשית חסינה מול האי-וודאות באירועי קיצון, על-פי רמת החוסן מול האי-וודאות. המלצות מדיניות והצעות לפעולה העולים מהמחקר מפורטים להלן, במיוחד לאור ההבנה שרמת האי-וודאות תלך ותגבר עם השנים ואנו צפויים לאירועים מפתיעים וקיצוניים.

## המלצות:

### 1. שכלול מודל המערכת ואומדני השגיאה של כב"ה

ניתן לנקוט צעדים להעלאת רמת החוסן אל מול אי הוודאות באמצעות פיקוח, ניטור ובקרה באירועים עצמם. איסוף, עיבוד וניתוח נתונים שכיום לא נאספים ולא מתועדים במערכות המידע של כב"ה, ותכלול נתונים אלה עם נתונים ממקורות מידע נוספים (כגון מערכות מידע מטאורולוגיות, מערכות מידע הנדסיות ורגולטוריות ועוד) ישפרו הן את מה שידוע לנו אודות המערכת וגורמים שישפיעו על הצלחת התגובה והן את אומדני השגיאה בתחשיבי פער הידע ועפ"י הערכתנו יניבו רמות חוסן גבוהות יותר.

איסוף הנתונים והמידע כמפורט לעיל יאפשר שכלול של ניתוח פער-הידע ויניב להערכתנו רמות חוסן גבוהות יותר. כמו-כן, הגדרת דרישות קריטיות יאפשרו השוואת חלופות ובחירת החלופה הממקסמת את החוסן אל מול הדרישות הקריטיות.

### 2. הגדרת מדדי הצלחה באירוע

מומלץ לבצע הליך חשיבה מתכללת לקביעת יעדים ומטרות מוגדרים מראש ל"הצלחה" באירוע קיצון. בכדי לקבוע את מדדי ההצלחה ניתן להגדיר מדרג הצלחה ביחס לערכים, כך שהערכים ברמה הכי גבוהה לא ייפגעו כלל, וזאת ביחס למיפוי האיום (לדוגמה, הצלחה הנגזרת מחומרת אירוע של שריפה והאיום, כלומר הערכים שהשריפה מאיימת עליהם). הדבר יאפשר הן טיוב של תחקור האירועים לאחריהם והן טיוב ההיערכות לאירועים עתידיים.

בהינתן דרישות קריטיות ניתן לבחון חלופות בשיטת תורת פער-ידע על בסיס מקסום החוסן אל מול דרישות אלה.

### 3. תכנית לאומית אסטרטגית להגנה מאש

נדרשת תכנית לאומית אסטרטגית להגנה מאש שתתייחס לכלל הפעילות כולל פעולות מניעה, פעולות וסד"כ לפינוי אוכלוסייה ופעולות וסד"כ לכיבוי והצלה. לצורך כך יש לתכלל חשיבה ועבודה ברמה הארצית בשיתוף גורמים ממוגוון משרדי ממשלה וארגונים מסקטורים שונים, בכלל זה שלטון מקומי ואקדמיה. בנוסף יש ללמוד מפעולות הננקטות במקומות אחרים בעולם שניתן ליישם גם בישראל. על התכנית לכלול מיפוי האיומים והגדרת מדדי הצלחה לעמידה ביעדים מוגדרים מראש עפ"י מאפייני האירוע אל מול הערכים עליהם נדרש להגן.

### 4. תכנית ללימוד והטמעה של תיאוריית פער-ידע לקבלת החלטות בכב"ה

התכנית תעניק לגורמים בדרגים שונים בכב"ה בסיס תיאורטי להבנת מושג האי-וודאות, ההבדלים בין סוגים שונים של אי-וודאויות והכרת כלים תיאורטיים ויישומיים לטיפול באי-וודאות עמוקה בגישת פער-ידע. יינתנו כלים לניתוח, תכנון וקבלת החלטות בגישת פער-ידע על-ידי בחינת החוסן לעמידה בדרישות קריטיות, וזאת במיוחד לאור ההבנה שרמת האי-וודאות תלך ותגבר עם השנים ואנו צפויים לאירועים מפתיעים וקיצוניים. התכנית תשלב הרצאות ותרגול מונחה לניתוח ותכנון עפ"י השיטות הנלמדות.

### 5. יישום תכנית להיערכות חברתית-רגשית

- תכנית להיערכות חברתית-רגשית היא בעלת חשיבות רבה לתפקוד האוכלוסייה באירוע קיצון. לתכנית כזו המבוססת על נקיטת פעולות "ללא-חרטה" ישנה תרומה גם אם לא יתממש אירוע קיצון ולכן מומלץ ליישם תכנית כזו בבתי הספר ברחבי הארץ.
- מומלץ ליישם את תכנית ההיערכות בבתי הספר תוך שיתוף מחזיקי-עניין שונים ומגוונים כגון שירותי חירום והצלה, הרשות המקומית, נציגים שונים מהקהילה, ותוך חשיפת תלמידים מהכיתות הנמוכות לתלמידים מכיתות גבוהות יותר שיהוו רשת בטחון חברתית במקרה של רעידת אדמה.
- מומלץ להרחיב את תכנית המעורבות החברתית בתיכון כך שייכללו בה מרכיבים המנגישים ידע ומידע בתחום ההיערכות למצבי חירום, בכלל זה הרחבת תכניות הכשרה בתחומי חירום

והצלה, עזרה ראשונה לתמיכה נפשית, בפרט תמיכה של תלמידי כיתות גבוהות לתלמידי הכיתות הנמוכות.

• מומלץ להקים מרכז ידע ומידע מונגש לילדים ונוער, שעליו יהיו אחראיים תלמידים מצטיינים שיתרגמו מידע, מאמרים ומחקרים מהעולם. פעילות כזו יכולה להתבצע במסגרת פרויקט המעורבות החברתית של בתי הספר התיכון.

6. בחינת החלופות של תכנית להיערכות חברתית-רגשית

מומלץ לבחון חלופות של תכניות היערכות חברתית-רגשית ביחס לתרחיש אליו מתכוונים ולבחור בחלופה הממקסמת את החוסן מול האי-וודאות להשגת דרישות קריטיות ביחס לתפקוד האוכלוסייה.

7. לימוד והטמעה של עקרונות תיאוריית פער-ידע לקבלת החלטות

מומלץ ליישם תכנית ללימוד והטמעה של תיאוריית פער-ידע בגופים שונים. מוצע לבחון יישום של תכניות לימוד כאלה באמצעות המדרשה הלאומית בנציבות שירות המדינה. תכנית כזו תתמקד במושג האי-וודאות, ההבדלים בין סוגים שונים של אי-וודאויות והכרת כלים תיאורטיים ויישומיים לטיפול באי-וודאות עמוקה בגישת פער-ידע, ומתן כלים לניתוח, תכנון וקבלת החלטות בגישת פער-ידע על-ידי בחינת החוסן לעמידה בדרישות קריטיות.

8. הטמעת המתודולוגיה בגופים שונים במדינת ישראל

מומלץ להטמיע את המתודולוגיה שהודגמה במאמר בגופים במדינת ישראל האמונים על מענה לחירום. ההטמעה נכון שתבצע במסגרת תהליכי תכנון וניתוח חלופות שונות לבניין הכוח, בעיקר בנושאים הקשורים לאירועי אסונות טבע משמעותיים. זאת לאור אי הודאות העמוקה הכרוכה באירועים אלו, ויכולת מוגבלת הן בהגדרת תוצאה רצויה, והן בהערכת ההתאמה של החלופות לאור התרחישים השונים.

9. מחקר נוסף

מחקר נוסף יכול להרחיב את ניתוח החוסן של תכניות היערכות במקרים של אסונות טבע אחרים כגון שריפות, הוריקן, מגיפה, גלי קור וכדו', לבצע השוואה בין אסונות על-פי מאפייני תחליפי-החוסן שלהם ולבחון פלטפורמות נוספות ליישום תוכניות היערכות בזירה האזרחית (מלבד בתי ספר).

## מקורות

כבאות והצלה לישראל. (2020). אודות. נדלה מ:

<https://www.gov.il/he/departments/about/aboutfireauthority>

שטוב, א., וחוב', 2005, סיכון מחושב: מתודולוגיה יישומית לניהול סיכונים בפרויקטים בתחום הטכנולוגיה המתקדמת, מדיום רשת העיתונות הטכנולוגית היחידה בישראל (50) עמ' 32-37

<https://info-gap.net.technion.ac.il/files/2016/09/sikun-mhushav.pdf>

שפירא א., 2011, מסגרת היערכות לרעידות אדמה הרסניות בישראל, וועדת ההיגוי הבין משרדית להיערכות לרעידות אדמה, משרד ראש הממשלה.

Allen, R. S., Haley, P. P., Harris, G. M., Fowler, S. N., & Pruthi, R. (2011). Resilience: Definitions, ambiguities, and applications. In *Resilience in Aging* (pp. 1-13). Springer, New York, NY.

Ben-Eliyahu, A. (2019). Academic Emotional Learning: A critical component of self-regulated learning in the emotional learning cycle. *Educational Psychologist*, 54(2), 84-105.

Ben-Haim, Y. (2019a). Assessing 'beyond a reasonable doubt' without probability: an info-gap perspective. *Law, Probability and Risk*, 18(1), 77-95.

Ben-Haim, Y. (2019b). Info-Gap Decision Theory (IG). In *Decision Making under Deep Uncertainty* (pp. 93-115). Springer, Cham.

Ben-Haim, Y. (2018). *The Dilemmas of Wonderland: Decisions in the Age of Innovation*. Oxford University Press.

Ben-Haim, Y., Osteen, C. D., & Moffitt, L. J. (2013). Policy dilemma of innovation: An info-gap approach. *Ecological Economics*, 85, 130-138.

Boland, P. J., El-Newehi, E., & Proschan, F. (1991). Redundancy importance and allocation of spares in coherent systems. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 29(1-2), 55-65.

Brock, T., Bigler, F., Frampton, G., Hogstrand, C., Luttk, R., Martin-Laurent, F., ... & Rortais, A. (2018). Ecological recovery and resilience in environmental risk assessments at the European Food Safety Authority. *Integrated environmental assessment and management*, 14(5), 586-591.

Brozovic, D. (2018). Strategic flexibility: A review of the literature. *International Journal of Management Reviews*, 20(1), 3-31.

- Di Maria, F., Daskal, S., & Ayalon, O. (2020). A methodological approach for comparing waste water effluent's regulatory and management frameworks based on sustainability assessment. *Ecological Indicators, 118*, 106805
- Djalante, R., & Thomalla, F. (2010). Community resilience to natural hazards and climate change impacts: a review of definitions and operational frameworks.
- Fredrickson, J. W. (1984). The comprehensiveness of strategic decision processes: Extension, observations, future directions. *Academy of Management journal, 27*(3), 445-466.
- Fredrickson, J. W., & Mitchell, T. R. (1984). Strategic decision processes: Comprehensiveness and performance in an industry with an unstable environment. *Academy of Management journal, 27*(2), 399-423.
- Hamiel, D., Wolmer, L., Spirman, S. & Laor, N. (2013). Comprehensive Child-Oriented Preventive Resilience Program in Israel Based on Lessons Learned from Communities Exposed to War, Terrorism and Disaster. *Child Youth Care Forum, 42*, 61–274. DOI 10.1007/s10566-013-9200-7
- Hooper, L. M. (2009). Individual and Family Resilience: Definitions, Research, and Frameworks Relevant for All Counselors. *Alabama Counseling Association Journal, 35*(1), 19-26.
- Hosseini, S., Barker, K., & Ramirez-Marquez, J. E. (2016). A review of definitions and measures of system resilience. *Reliability Engineering & System Safety, 145*, 47-61.
- Klarman, S. A. (1991). Margin of safety. New York, NY: *HarperBusiness*.
- Kulatilaka, N., & Marks, S. G. (1988). The strategic value of flexibility: reducing the ability to compromise. *The American Economic Review, 78*(3), 574-580.
- Leitner, H., Sheppard, E., Webber, S., & Colven, E. (2018). Globalizing urban resilience. *Urban Geography, 39*(8), 1276-1284.
- Li, G., Zhou, Z., Hu, C., Chang, L., Zhang, H., & Yu, C. (2019). An optimal safety assessment model for complex systems considering correlation and redundancy. *International Journal of Approximate Reasoning, 104*, 38-56.
- Luthar, S. S., Cicchetti, D., & Becker, B. (2000). The construct of resilience: A critical evaluation and guidelines for future work. *Child development, 71*(3), 543-562.
- Mosley, H., & Mayer, A. (1999). *Benchmarking national labour market performance: A radar chart approach* (No. FS I 99-202). WZB Discussion paper

- Nowell, B., Bodkin, C. P., & Bayoumi, D. (2017). Redundancy as a strategy in disaster response systems: A pathway to resilience or a recipe for disaster?. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 25(3), 123-135.
- Ong, M. S., & Coiera, E. (2010). Safety through redundancy: a case study of in-hospital patient transfers. *Quality and Safety in Health Care*, 19(5), e32-e32.
- Ribeiro, J. P., & Barbosa-Povoa, A. (2018). Supply Chain Resilience: Definitions and quantitative modelling approaches—A literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 115, 109-122.
- Southwick, S. M., Bonanno, G. A., Masten, A. S., Panter-Brick, C., & Yehuda, R. (2014). Resilience definitions, theory, and challenges: interdisciplinary perspectives. *European journal of psychotraumatology*, 5(1), 25338.
- Thompson, K. H. (1979). Margin of safety as a risk-management concept in environmental legislation. *Colum. J. Envtl. L.*, 6, 1.
- Volberda, H. W. (2003). Strategic flexibility creating dynamic competitive advantages. In *The Oxford handbook of strategy*.
- Webb, G. R., & Chevreau, F. R. (2006). Planning to improvise: the importance of creativity and flexibility in crisis response. *International Journal of Emergency Management*, 3(1), 66-72.
- Zagelmeyer, S., & Heckmann, M. (2013). Flexibility and crisis resistance: quantitative evidence for German establishments. *International Journal of Manpower*, 34(3), 271-287.
- Zolghadri, A. (2000). A redundancy-based strategy for safety management in a modern civil aircraft. *Control Engineering Practice*, 8(5), 545-554.



## ראיונות

תאריך	משתתפים	תפקיד וארגון
13.5.19	רונו אבני	רמ"ח מחקר ופיתוח, כב"ה
4.8.19	אריה רגב	מפקד מחוז חוף, כב"ה
	רונו אבני	רמ"ח מחקר ופיתוח, כב"ה
	נמרוד קליף	ראש תחום הערכת סיכונים, כב"ה
	אלי שרביט	רמ"ח הגנה מאש, כב"ה
	יגאל טודובר	קצין אג"ם, כב"ה
15.8.19	פרופ' לאה ויטנברג	החוג לגיאוגרפיה אוניברסיטת חיפה
	פרופ' חיים קותיאל	החוג לגיאוגרפיה אוניברסיטת חיפה
19.8.19	יוסף בן יוסף	מפקד תחנה אזורית טבריה, כב"ה
3.9.19	אייל כספי	מפקד מחוז מרכז, כב"ה
9.9.19	ניסים טויטו	מפקד מחוז ירושלים, כב"ה
	רונו אבני	רמ"ח מחקר ופיתוח, כב"ה
24.9.19	ראובן יצחק (דובצ'ק)	מנהל תחנה אזורית בית שמש, כב"ה
27.10.19	חנוך צורף	מנהל אזור ההר, קק"ל
10.11.19	מירב סמט	אחראית תחקורים, כב"ה
	עו"ד אילן זמנר	יועמ"ש מחוז חוף, כב"ה
2.2.20	גב' חוה סלומון	לשעבר סמנכ"ל ומנהלת הסיכונים של מגדל חברה לביטוח
6.2.20	מר אילן רם	מנהל מינהל הסגל הבכיר ומ"מ ראש המדרשה הלאומית בנציבות שירות המדינה
27.4.20	מר אמיר יהב גב' יעל קליגמן ד"ר אבי שפירא	נציגי וועדת ההיגוי הבין-משרדית להיערכות לרעידות אדמה
מתחילת המחקר ועד מרץ 2019	11 מנהלים ויועצת	מנהלי בתי ספר תיכון – מחקר בנושא הערכות לקראת מצב חירום של שריפה

## נספח א - תכנית היערכות חברתית-רגשית לרעידת אדמה בעוצמה סייסמית 9

Proxy	Definition	Social-emotional attribute	School-based Application	Preparedness Plan	Proxy grade compliance estimation – level 7	Proxy grade compliance estimation – level 9
Resilience	Rapid recovery of critical functions	Emotion regulation for proper functioning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Educate for emotion regulation: <ul style="list-style-type: none"> <li>• breathing techniques</li> <li>• a network of people to help with basic needs</li> <li>• prevent panic and hysteria</li> <li>• prevent burnout and long-term panic and hysteria</li> <li>• educate students and education staff for emotion regulation</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- psychoeducation for emotion regulation and coping skills</li> <li>- dedicate physical education or life skills class lessons for physiological awareness and practice related to emotional responses</li> <li>- psychoeducation for emotion regulation and coping skills over a long time</li> <li>-include the importance of self-care through physiological well-being in physical education or life skills classes</li> </ul>	3 - high  The major infrastructure will be down for no more than 48 hours (electric and water), so proper emotional preparation should be adequate for coping with the event.	1 - low  The major infrastructure will be down for a week, as well as the food supply and personal communication. The emotional preparation is maybe good for the first days, but not for the whole period.
Redundancy	Multiple alternative solutions to be at hand	A network of peer support	<ul style="list-style-type: none"> <li>- who do go to if the teacher is injured/unavailable</li> <li>- community network for immediate support – professional personnel or older neighborhood youth/young adult</li> <li>- familiarization with local buildings</li> <li>- community network for long-term support</li> <li>- backup</li> <li>- plan B in case school facilities are damaged</li> <li>- use of community center if destruction of school building occurred</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-assign more than one counselor per school</li> <li>- know your neighbor program</li> <li>-assign more than one counselor per school</li> </ul>	3 - high  Due to the short period of downtime, the planned redundancy will be a good response to the earthquake damages.	2 - medium  The small community and school will help the population during the first week after the earthquake, including help with the immediate necessities (special food, taking care of younger, etc.)
Flexibility	Rapid modification of tools and methods in real-time for recovery from surprise	Exposure to a variety of personnel and learning platforms including distance-learning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- continued school-child connection</li> <li>- learning from different teachers and in different ways</li> <li>-short-term adaptiveness</li> <li>- familiarize students with staff that is not lead teachers</li> <li>- familiarize how to learn and access different platforms (e.g., face-to-face, online video chats, etc.)</li> <li>- Increasing familiar people in the community (adults, same age, teachers, neighbors)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-practice coping with unexpected changes</li> <li>provide a range of survival skills to be used for coping with unexpected situations over a long time</li> </ul>	3 - high	2 - medium  The remote learning method may be affected by the shortage of electricity, but other platforms should be functional. In a level 9 earthquake the physical infrastructure of the school will be damaged, so need to be flexible with other solutions.
Adaptiveness	adjust goals and methods, and re-evaluate and revise assessment and decisions for the longer time range	Identify what needs are and are not met	<ul style="list-style-type: none"> <li>- focus on specific topics for learning for long-term career building</li> <li>- provide mechanisms for solution consulting</li> <li>- food and shelter centers</li> <li>- decrease teaching and curriculum for non-core subjects</li> <li>- increase physical and mental health classes and supports</li> <li>- establish hotlines</li> <li>- food and shelter emergency centers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increasing familiar resources (material and human resources)</li> <li>-good citizenship</li> <li>Good citizenship: providing help empathy</li> <li>Positive social relationship prosocial behavior</li> </ul>	3 – high  Good citizenship will help the community to cope with an unexpected event. Decision-makers could get rational decisions because the community will be less panicked and stressed.	2 - medium  Good citizenship may overcome the obstacles caused by the shortage of critical infrastructure, but will not be an excellent solution.

			- resiliency centers for social-emotional support			
Margins of Safety	Excess of the benefits beyond what's required – a buffer between adequacy and failure	Good citizenship and solidarity	<ul style="list-style-type: none"> <li>- decrease at-school learning support personnel</li> <li>- Conform to governing guidelines</li> <li>-solidarity</li> <li>-rainy day security</li> <li>- shorter school days</li> <li>- distance learning</li> <li>- safety network</li> <li>- mentor programs including peer mentoring</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-sense of responsibility, good citizenship</li> <li>-identify what is needed to maintain moral behavior and empathy</li> </ul> <p>maintain moral behavior over time, even if resources are limited</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-identify community mutual interests and create this overtime to support relationship building</li> </ul>	3 - high	2 – medium
Comprehensiveness	Addressing the multifaceted nature of the problem by taking an interdisciplinary system-wide coherence approach	Communication between various stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> <li>-dialogue with stakeholders</li> <li>-accessible child-friendly online information center</li> <li>- Increase trust with governing bodies</li> <li>- parent-teacher-child communication</li> <li>- create an online child-friendly online platform</li> <li>- local government and community</li> <li>- emergency and rescue services</li> </ul>	<p>Meet local governing units such as fire department, medical personnel, and others that are involved</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-identify stakeholders that can contribute to long-term coping</li> </ul>	3 - high	2 - medium
					Extra resources will keep morale and solidarity high for the short term. The shock from the surprising event will be reduced, and the community functioning will be high. There will be a high level of social support.	Extra resources will not be enough to keep the high community functioning for the long term, but good citizenship will help to strengthen weaker people's physical and moral functioning.
					The interdisciplinary operational response will be adequate for a level 7 earthquake.	Due to the lack of critical infrastructure, some features of the whole plan may be irrelevant

## נספח ב – פרסומים אקדמיים

המאמרים שלהלן מצויים בשלבי כתיבה מתקדמים ויוגשו לז'ורנלים אקדמיים בינלאומיים:

- **Strategic Planning for Rescue Operations and Social Support Following Acute Adverse Events: An Info-Gap Analysis**
- **Strategic Planning for Earthquake Vulnerability Reduction: The Interplay of Social-Emotional Preparedness and Robustness to Uncertainty**

\* בשני המאמרים צוין אזכור למרכז הידע והמחקר הלאומי בתחום ההיערכות למצבי חירום ולמשרד המדע והטכנולוגיה

## **נספח ג – הצגה בכנסים**

המחקר הוצג בכנסים הבאים:

- The 60th Annual Conference of the Israeli Geographic Society (held in the University of Haifa's port campus, Haifa, Israel 29-30/12/2019)
- The 48th Annual Conference of Science and Environment of the Israel Ecological Society 2020 (held on-line 12-13/10/2020)